

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-092150
(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl. G03F 7/38
G03F 7/039
G03F 7/11
H01L 21/027

(21)Application number : 2000-263709 (71)Applicant : HYUNDAI ELECTRONICS IND CO LTD

(22)Date of filing : 31.08.2000 (72)Inventor : LEE GEUN SU
KIM HYEONG SOO
KIN CHINSHU
KOH CHA WON
KO SEION
JUNG JAE CHANG
JUNG MIN HO
BAIK KI HO

(30)Priority

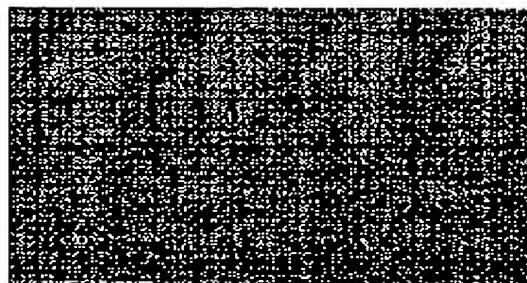
Priority number : 1999 9936606 Priority date : 31.08.1999 Priority country : KR

(54) PHOTORESIST PATTERN FORMING METHOD AND SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a photoresist pattern forming method and a semiconductor element by which the occurrence of T-topping and top loss phenomena in a photoresist pattern is prevented and a better pattern is formed.

SOLUTION: In the photoresist pattern forming method, the top of a semiconductor substrate is coated with a chemical amplification type photoresist film and this photoresist film is treated with an alkali solution before exposure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-92150

(P2001-92150A)

(43)公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークコード(参考)
G 03 F 7/38	5 0 1	G 03 F 7/38	5 0 1
	5 1 1		5 1 1
7/039	6 0 1	7/039	6 0 1
7/11	5 0 1	7/11	5 0 1
H 01 L 21/027		H 01 L 21/30	5 6 5

審査請求 未請求 請求項の数16 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-263709(P2000-263709)

(22)出願日 平成12年8月31日 (2000.8.31)

(31)優先権主張番号 1999 P-36606

(32)優先日 平成11年8月31日 (1999.8.31)

(33)優先権主張国 韓国 (KR)

(71)出願人 591024111

現代電子産業株式会社

大韓民国京畿道利川市夫鉢邑牙美里山136
- 1

(72)発明者 李 根守

大韓民国京畿道利川市夫鉢邑 三益アパート103-302

(72)発明者 金 炯秀

大韓民国京畿道利川市大月面巴洞里 現代アパート108-1301

(74)代理人 100090033

弁理士 荒船 博司 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フォトレジストパターン形成方法及び半導体素子

(57)【要約】

【課題】 フォトレジストパターンに発生するT-トップ及びトップロス現像を解決し、より良好なパターンを形成するフォトレジストパターン形成方法及び半導体素子を提供する。

【解決手段】 フォトレジストパターン形成方法において、半導体基板上部に化学增幅型フォトレジスト膜を塗布した後、露光前にアルカリ溶液でフォトレジスト膜を処理する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】フォトレジストパターン形成方法において、半導体基板上部に化学增幅型フォトレジスト膜を塗布した後、露光前にアルカリ溶液でフォトレジスト膜を処理する過程を含むことを特徴とするフォトレジストパターン形成方法。

【請求項2】前記アルカリ溶液のpHは、少なくとも7以上であることを特徴とする請求項1記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項3】前記アルカリ溶液はアンモニウム塩、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩、又はこれらの混合物を含むことを特徴とする請求項1記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項4】アンモニウム塩は $R_4N^+X^-$ で示すことができ、このときXはハロゲン元素又は-OR'であり、R又はR'はそれぞれ水素、置換又は非置換されたC₁～C₂₀の直鎖又は側鎖アルキルであることを特徴とする請求項3記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項5】前記アンモニウム塩はテトラメチルアンモニウムヒドロキシド、テトラブチルアンモニウムヒドロキシド、及びそれらの混合物からなる群より選択されたことを特徴とする請求項4記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項6】前記アルカリ金属塩又はアルカリ土類金属塩はMX_nで示すことができ、このときnは1又は2であり、Mはアルカリ金属又はアルカリ土類金属であり、Xはハロゲン元素又は-OR'であり、R'は水素、置換又は非置換されたC₁～C₂₀の直鎖又は側鎖アルキルであることを特徴とする請求項3記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項7】前記アルカリ溶液は、アルカリ水溶液(aqueous alkaline solution)であることを特徴とする請求項1記載のフォトレジストパターンの形成方法。

【請求項8】(a) 化学增幅型フォトレジスト組成物を半導体基板上部に塗布し、化学增幅型フォトレジスト膜を形成する段階、

(b) 前記化学增幅型フォトレジスト膜上部にアルカリ溶液を塗布し、アルカリ処理する段階、

(c) 前記結果物を露光する段階、及び、

(d) 前記結果物を現像し、パターンを得る段階を含むことを特徴とするフォトレジストパターン形成方法。

【請求項9】前記(b)段階後、(c)段階前にトップ反射防止コーティング(Top ARC; Top anti-reflective coating)を行う段階をさらに含むことを特徴とする請求項8記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項10】トップ反射防止コーティングは、反射防止物質を100～3000Åの厚さにコーティングすることを特徴とする請求項9記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項11】前記反射防止物質の厚さは100～500Åで

あることを特徴とする請求項10記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項12】(a)段階後、(b)段階前にソフトベーク(soft bake)を行うか、(c)段階後、(d)段階前にポストベーク(post bake)を行うか、ソフトベークとポストベークとを全て行うことを特徴とする請求項8記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項13】前記ベーク工程は、70～200°Cで1～2分間行われることを特徴とする請求項12記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項14】前記露光工程は光源としてArF、KrF、VUV、EUV、E-ビーム、X線又はイオンビームを利用して行われることを特徴とする請求項8記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項15】前記現像工程は、現像液としてテトラメチルアンモニウムヒドロキシド(TMAH)水溶液を用いて行われることを特徴とする請求項8記載のフォトレジストパターン形成方法。

【請求項16】請求項1から15のいずれか記載のフォトレジストパターン形成方法により製造されることを特徴とする半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アルカリ処理過程を含むフォトレジストパターン形成方法及び、半導体素子に関するものであり、より詳しくは、半導体基板上部にフォトレジスト膜を形成した後アルカリ処理する過程を行うことにより、T-トップ(T-topping)及びトップロス(Top loss)現像を解決してより良好なパターンを形成する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のフォトレジストパターン形成過程ではシリコン基板とフォトレジストとの間の接着力を向上させるため、ヘキサメチルジシラザン(hexamethyldisilazane; HMDS)のような化合物を基板上に蒸着させた後、その上にフォトレジストをコーティングして露光し、露光後テトラメチルアンモニウムヒドロキシド(tetramethylammoniumhydroxide; TMAH)のような現像液で現像しパターンを得ている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、大部分の化学增幅型フォトレジスト(chemically amplified photoresist)等は空気中に存在するアミンのような汚染源により露光後現像液で処理するまでの時間、即ち露光後遅延時間のあいだ露光時に発生した酸が外部アミンと反応して消滅し、現像するとき露光部位の表面が溶解せず微細パターンを得ることができないか、深刻なT-トップ(T-topping)現像が現われパターンの形状が悪くなりCD(線幅; Critical Dimension)差が誘発された。これを防止するためトップ反射防止コーティング(Top anti-

reflective coating ; 以下 “Top ARC” と略称する) を行うが、この場合はTop ARCが適切でないため形成されたパターンの上層部に深刻なトップロス (Top loss) を誘発する場合が多い。特に酸性のTop ARC物質の場合はトップロスがさらに激しい。酸性のTop ARC物質は空気中のアミンと接触すると塩を形成し代替汚染することにより、露光時に発生した酸の急激な消滅を防ぎ深刻なTートップを防止する役割を果す。しかし、これらの大部分はカルボキシル基と水酸基を多く含んでおり、露光時に発生した酸と水素結合を形成してピーク後上層部の酸の密度を高める直接的な原因となる。これにより、上層部では露光後ピーク (PEB ; post exposure bake) 時に非露光部位まで酸が拡散し、非露光部位の上層部樹脂の保護基 (Blockinggroup) を破壊することによりトップロスを発生させる原因となる。

【0004】本発明の課題は、フォトレジストパターンに発生するTートップ及びトップロス現像を解決し、より良好なパターンを形成するフォトレジストパターン形成方法及び半導体素子を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】ここに本発明者等は、前記のような問題を解決するための研究の継続中、半導体基板上部に化学增幅型フォトレジスト膜を形成した後アルカリで処理すれば、露光後遅延によりTートップ現像が発生する問題点とこれを解決するためTop ARCを行った場合、トップロスが誘発される問題点等を全て解決することができることを見出しこの発明を完成した。

【0006】すなわち、本発明の請求項1記載の発明は、フォトレジストパターン形成方法において、半導体基板上部に化学增幅型フォトレジスト膜を塗布した後、露光前にアルカリ溶液でフォトレジスト膜を処理する過程を含むことを特徴としている。

【0007】請求項2記載の発明は、請求項1記載のフォトレジストパターン形成方法であって、前記アルカリ溶液のpHは、少なくとも7以上であることを特徴としている。

【0008】請求項3記載の発明は、請求項1記載のフォトレジストパターン形成方法であって、前記アルカリ溶液はアンモニウム塩、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩、又はこれらの混合物を含むことを特徴としている。

【0009】請求項4記載の発明は、請求項3記載のフォトレジストパターン形成方法であって、アンモニウム塩は $R_4N^+X^-$ で示すことができ、このときXはハロゲン元素又は $-OR'$ であり、R又はR'はそれぞれ水素、置換又は非置換された $C_1 \sim C_{20}$ の直鎖又は側鎖アルキルであることを特徴としている。

【0010】請求項5記載の発明は、請求項4記載のフォトレジストパターン形成方法であって、前記アンモニウム塩はテトラメチルアンモニウムヒドロキシド (tetra-

amethylammoniumhydroxide) 、テトラブチルアンモニウムヒドロキシド (tetrabutylammoniumhydroxide) 、及びそれらの混合物からなる群より選択されたことを特徴としている。

【0011】請求項6記載の発明は、請求項3記載のフォトレジストパターン形成方法であって、前記アルカリ金属塩又はアルカリ土類金属塩は MX_n で示すことができ、このときnは1又は2であり、Mはアルカリ金属又はアルカリ土類金属であり、Xはハロゲン元素又は $-O$

10 R' であり、 R' は水素、置換又は非置換された $C_1 \sim C_{20}$ の直鎖又は側鎖アルキルであることを特徴としている。

【0012】請求項7記載の発明は、請求項1記載のフォトレジストパターンの形成方法であって、前記アルカリ溶液は、アルカリ水溶液 (aqueous alkaline solution) であることを特徴としている。

【0013】請求項8記載の発明は、フォトレジストパターン形成方法であって、(a) 化学增幅型フォトレジスト組成物を半導体基板上部に塗布し、化学增幅型フォ

20 レジスト膜を形成する段階、(b) 前記化学增幅型フォトレジスト膜上部にアルカリ溶液を塗布し、アルカリ処理する段階、(c) 前記結果物を露光する段階、及び、(d) 前記結果物を現像し、パターンを得る段階を含むことを特徴としている。

【0014】請求項9記載の発明は、請求項8記載のフォトレジストパターン形成方法であって、前記(b)段階後、(c)段階前にトップ反射防止コーティング (Top ARC ; Top anti-reflective coating) を行う段階をさらに含むことを特徴としている。

30 【0015】請求項10記載の発明は、請求項9記載のフォトレジストパターン形成方法であって、トップ反射防止コーティングは、反射防止物質を100~3000Å (オングストローム) の厚さにコーティングすることを特徴としている。

【0016】請求項11記載の発明は、請求項10記載のフォトレジストパターン形成方法であって、前記反射防止物質の厚さは100~500Å (オングストローム) であることを特徴としている。

40 【0017】請求項12記載の発明は、請求項8記載のフォトレジストパターン形成方法であって、(a)段階後 (b)段階前にソフトピーク (soft bake) を行うか、(c)段階後 (d)段階前にポストピーク (post bake) を行うか、ソフトピークとポストピークとを全て行うことを特徴としている。

【0018】請求項13記載の発明は、請求項12記載のフォトレジストパターン形成方法であって、前記ピーク工程は、70~200°Cで1~2分間行われることを特徴としている。

【0019】請求項14記載の発明は、請求項8記載のフォトレジストパターン形成方法であって、前記露光工

程は光源としてArF、KrF、VUV、EUV、E-ビーム、X線又はイオンビームを利用して行われることを特徴としている。

【0020】請求項15記載の発明は、請求項8記載のフォトレジストパターン形成方法であって、前記現像工程は、現像液としてテトラメチルアンモニウムヒドロキシド(tetramethylammoniumhydroxide; TMAH)水溶液を用いて行われることを特徴としている。

【0021】請求項16記載の発明は、半導体素子であって、請求項1から15のいずれか記載のフォトレジストパターン形成方法により製造されることを特徴としている。

【0022】

【発明の実施の形態】以下本発明を詳しく説明する。

【0023】本発明では半導体基板上部にフォトレジスト膜を形成した後、アルカリ処理する過程を含むフォトレジストパターン形成方法を提供する。

【0024】以下本発明を詳しく説明する。本発明では、まずアルカリ処理する過程を含む化学增幅型フォトレジストパターン形成方法を提供するが、その過程は下記の段階を含む。

(a) 化学增幅型フォトレジスト組成物を半導体基板上部に塗布し、化学增幅型フォトレジスト膜を形成する段階、(b) 前記化学增幅型フォトレジスト膜上部にアルカリ溶液を塗布し、アルカリ処理する段階、(c) 前記結果物を露光する段階、及び、(d) 前記結果物を現像し、パターンを得る段階。

【0025】本発明のアルカリ処理に用いられるアルカリ溶液は少なくともpH 7以上でなければならない。さらに、前記アルカリ溶液はアンモニウム塩、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩又はこれらの混合物を含むのが好ましく、アンモニウム塩を含むことがさらに好ましい。このときアンモニウム塩は $R_4N^+X^-$ で示すことができ、このときXはハロゲン元素又は-OR'であり、R又はR'はそれぞれ水素、置換又は非置換されたC₁～C₂₀の直鎖又は側鎖アルキルである。さらに、アンモニウム塩にはテトラメチルアンモニウムヒドロキシド[TMAH; (CH₃)₄N⁺OH⁻]、テトラブチルアンモニウムヒドロキシド[(CH₃CH₂CH₂CH₂)₄N⁺OH⁻]又はこれらの混合物を用いることがより好ましい。一方、アルカリ金属塩又はアルカリ土類金属塩はMX_nで示すことができ、このときnは1又は2であり、Mはアルカリ金属又はアルカリ土類金属であり、Xはハロゲン元素又は-OR'であり、R'はそれぞれ水素、置換又は非置換されたC₁～C₂₀の直鎖又は側鎖アルキルである。アルカリ金属の例ではLi、Na、K、Rb、Cs及びFr等を挙げることができ、アルカリ土類金属の例ではBe、Mg、Ca、Sr、Ba及びRa等を挙げができる。一般的にnが1の場合はMがアルカリ金属であり、nが2の場合Mはアルカリ土類金属である。さらに、R₄N⁺X⁻及びMX_nのXは-O

R'であるのが好ましく、その中でもR'がHであるのがより好ましい。なお、前記アルカリ溶液はアルカリ水溶液(aqueous alkaline solution)であるのが好ましい。

【0026】一方、前記(a)～(d)段階からなる方法において、(b)段階後(c)段階前にトップ反射防止コーティング(Top ARC; Top anti-reflective coating)を行うこともあり、行わないこともあるが(図1参照)、Top ARCの使用可否と関係なく本発明の方法は

10 良好的なパターン形成に役に立つ。即ち、本発明でのように露光前アルカリ処理を行い露光すれば、このアルカリがTop ARCと接触するフォトレジスト上層表面部位の急激な酸の拡散を防ぎトップロスを防止する役割を果す。アルカリはさらに、Top ARCの酸性膜と適宜に結合して塩を形成することにより、外部アミンからの急激な汚染を防ぐ盾のような役割となり、T-トップを防ぐ役割も果す。一方、Top ARCを用いない化学增幅型フォトレジストの微細パターンから誘発される深刻なトップロスも、本発明のアルカリ処理を行うことにより予防することができる。トップ反射防止コーティングを行う場合、反射防止物質は100～3000Åの厚さ、好ましくは100～500Åの厚さにコーティングするのが好ましい。

【0027】本発明の方法では(a)段階後(b)段階前にソフトベーク(soft bake)を行うことができ、

(c)段階後(d)段階前にポストベーク(post bake)を行うことができるが、このようなベーク工程は70～200°Cで1～2分間行うのが好ましい。さらに、前記露光工程は光源としてArF、KrF、VUV、EUV、E-ビーム、X線又はイオンビームを利用して行われる。なお、前記現像工程は主にテトラメチルアンモニウムヒドロキシド(TMAH)水溶液を現像液に利用して行われる。一方、本発明の方法はKrF、ArF、VUV、EUV又はE-ビーム用レジストを含む全ての化学增幅型フォトレジストに適用することができ、得られるフォトレジストパターンはポジティブパターン又はネガティブパターンの両方が可能である。

【0028】さらに、本発明では前記本発明の方法により製造された半導体素子を提供する。

【0029】

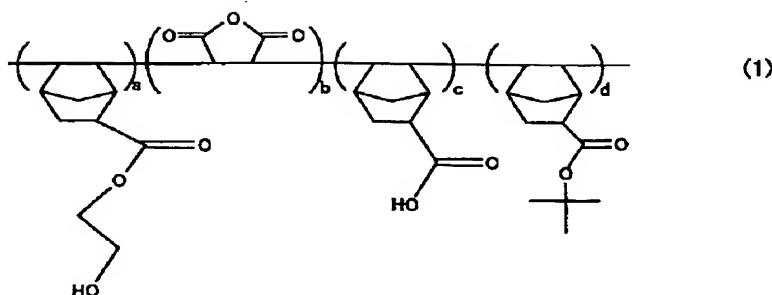
40 【実施例】以下、本発明を実施例に基づき詳しく説明する。但し、実施例は発明を例示するのみであり、本発明が下記実施例により限定されるものではない。

【0030】実施例1

下記式(1)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト組成物をシリコン基板上にスピンドルコーティングし、2.38wt% TMAH水溶液を50秒間フォトレジスト膜上に塗布し膜表面を乾燥させた後(アルカリ処理)、100～2000Åの厚さにTop ARC物質をコーティングした。次にArF光源で露光し、露光後110°Cで90秒間ベークして2.38wt% TMAH水溶液で現像し130nm L/Sポジティブパター

ンを得た(図2(a)参照)。

【化1】



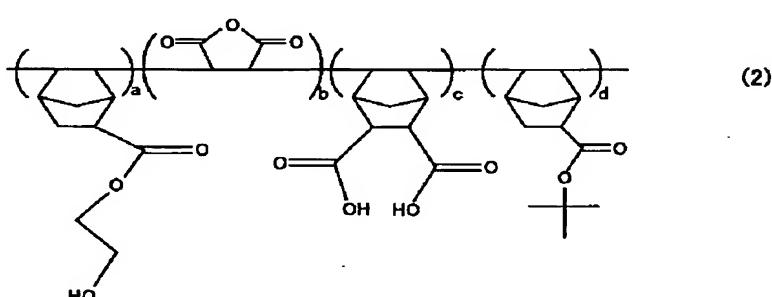
【0031】比較例1

実施例1で用いたフォトレジスト組成物を、シリコン基板上にスピニコーティングした後行うアルカリ処理(2.38wt% TMAH水溶液で50秒間処理)を行わないことを除いては、実施例1と同一の方法で130nm L/Sパターンを得た(図2(b)参照)。

【0032】実施例2

実施例1で式(1)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト組成物の代りに、下記式(2)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト組成物を用いることを除いては、実施例1と同一の方法で130nm L/Sパターンを得た(図3(a)参照)。

【化2】



【0033】比較例2

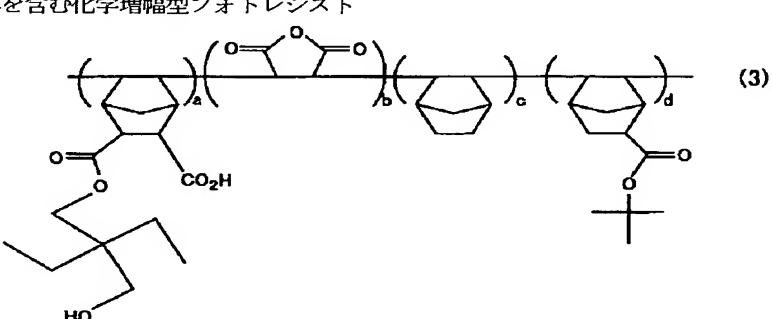
実施例2で用いたフォトレジスト組成物をシリコン基板上にスピニコーティングした後行うアルカリ処理(2.38wt% TMAH水溶液で50秒間処理)を行わないことを除いては、実施例2と同一の方法で130nm L/Sパターンを得た(図3(b)参照)。

【0034】実施例3

下記式(3)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト

組成物をシリコン基板上にスピニコーティングし、2.38wt% TMAH水溶液を50秒間フォトレジスト膜上に塗布し膜表面を乾燥させた(アルカリ処理)。次に、Top ARCを行わない状態でArF光源で露光し、露光後110°Cで90秒間ペークして2.38wt% TMAH水溶液で現像し130nm L/Sパターンを得た(図4(a)参照)。

【化3】



【0035】比較例3

実施例3で用いたフォトレジスト組成物を、シリコン基板上にスピニコーティングした後行うアルカリ処理(2.38wt% TMAH水溶液で50秒間処理)を行わないことを

除いては、実施例3と同一の方法で130nm L/Sパターンを得た(図4(b)参照)。

【0036】前記実施例及び比較例の結果を検討すれば、アルカリ処理を行わない比較例で得られたパターン

は全てトップロスが激しく発生しており、特にアルカリ処理もせずTop ARCも用いない比較例3の場合はトップロスが非常に激しかった(図4 (b) 参照)。しかし本発明の方法(実施例)によればトップロス現像の発生なく良好なパターンを得ることができた(図2 (a)、図3 (a) 及び図4 (a) 参照)。

【0037】

【発明の効果】以上で検討したように、本発明で用いたアルカリ処理はパターンの形状を改善させパターンの形状の再現性を向上させることができるため、現在の64M DRAM以後の128M、256M、1G、4G、16G、32G及び64G DRAM以上の半導体素子開発のためのパターン形成に有効に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】半導体基板上部に本発明のアルカリ処理工程(ATP)を行った場合の断面図であり、(a)はアルカリ処理工程後にトップ反射防止コーティング(Top-ARC)を行った場合であり、(b)はTop-ARCを行わなかった場合である。

【図2】上記式(1)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト組成物を用いて形成して得られたパターン写真であって、Top-ARCを行ってATP処理した場合(実施例

1)のパターン写真である。

【図3】上記式(1)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト組成物を用いて形成して得られたパターン写真であって、Top-ARCを行ってATP処理しなかった場合(比較例1)のパターン写真である。

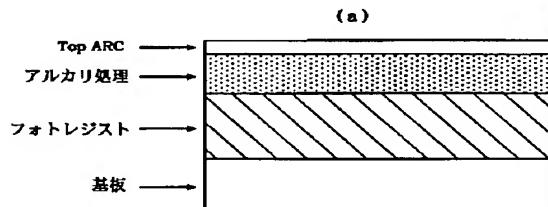
【図4】上記式(2)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト組成物を用いて形成して得られたパターン写真であって、Top-ARCを行ってATP処理した場合(実施例2)のパターン写真である。

10 【図5】上記式(2)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト組成物を用いて形成して得られたパターン写真であって、Top-ARCを行ってATP処理しなかった場合(比較例2)のパターン写真である。

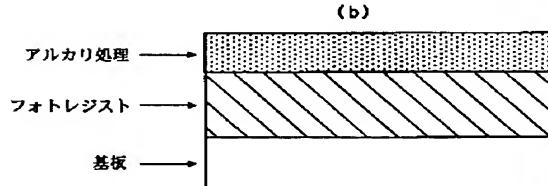
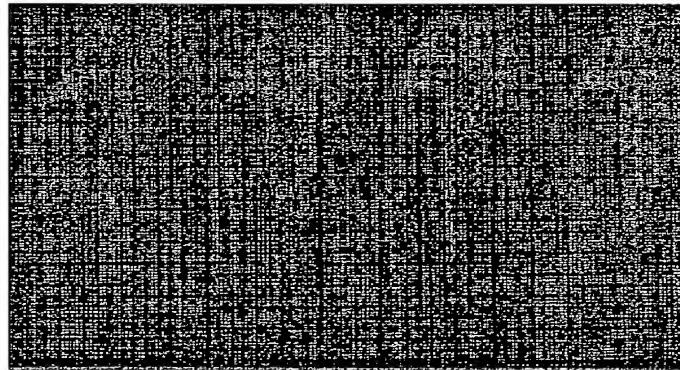
【図6】上記式(3)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト組成物を用いて形成して得られたパターン写真であって、Top-ARCを行わずにATP処理した場合(実施例3)のパターン写真である。

【図7】上記式(3)の重合体を含む化学增幅型フォトレジスト組成物を用いて形成して得られたパターン写真20であって、Top-ARCを行わずにATP処理しなかった場合(比較例3)のパターン写真である。

【図1】



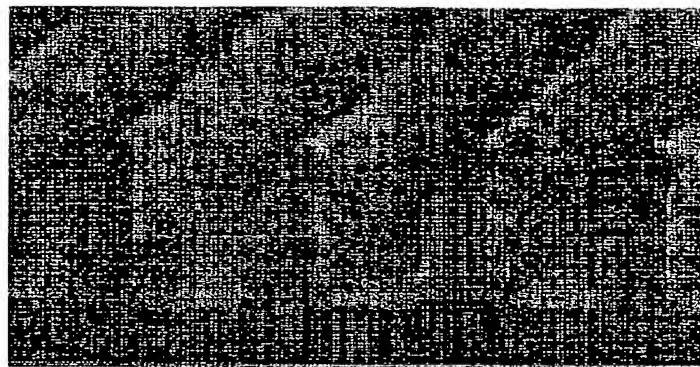
【図2】



【図4】



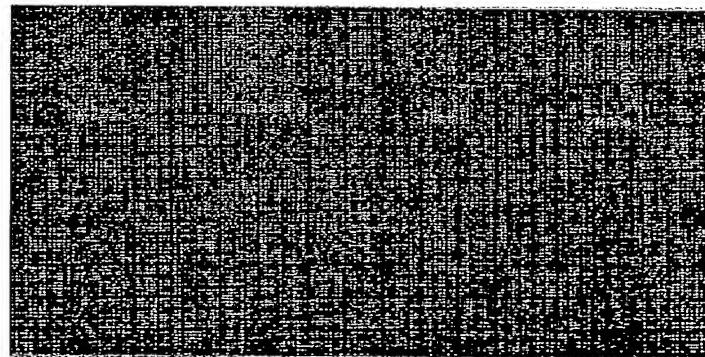
【図3】



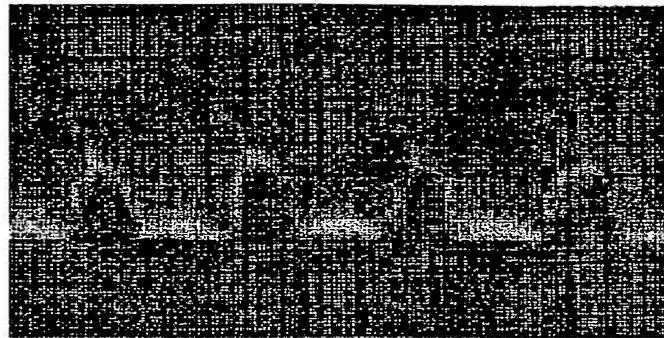
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72) 発明者 金 珍秀
大韓民国大田廣域市儒城区弓洞 397-7
(72) 発明者 高 次元
大韓民国ソウル特別市瑞草区瑞草1洞
1614-22
(72) 発明者 洪 聖恩
大韓民国京畿道城南市盆唐区二梅洞124
二梅村 韓信アパート205-601

(72) 発明者 鄭 載昌
大韓民国京畿道利川市大月面巴洞里 現代
電子社員アパート107-1304
(72) 発明者 鄭 ▲みん▼鎬
大韓民国京畿道利川市倉前洞 現代アパー
ト202-602
(72) 発明者 白 基鎬
大韓民国京畿道利川市增浦洞 大字アパー
ト203-402

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.